



71 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE
74 Vertreter:
Kohler Schmid + Partner, 70565 Stuttgart

72 Erfinder:
Mahr, Bernd, Dr., 73207 Plochingen, DE; Kropp,
Martin, Dr., 70825 Korntal-Münchingen, DE; Magel,
Hans-Christoph, Dr., 72793 Pfullingen, DE;
Otterbach, Wolfgang, Dr., 70439 Stuttgart, DE

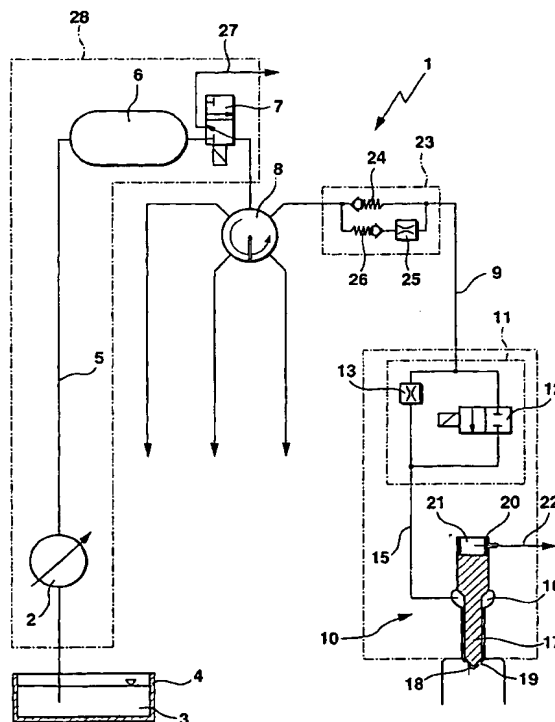
56 Entgegenhaltungen:
DE 196 12 737 A1
DE 41 18 237 A1
DE 36 18 447 A1
DE 69 605 07 5T2
DE 69 505 74 1T2
AT 2 95 9U2
EP 711 914 A1 = DE 695 07 574 T2;
WO 98/09068 A1 = DE 197 80 907 T1;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Kraftstoffeinspritzverfahren und -systeme für eine Brennkraftmaschine

57 Bei einem Verfahren zum Einspritzen von Kraftstoff mit mindestens zwei unterschiedlich hohen Kraftstoffdrücken über Injektoren (10) in den Brennraum einer Brennkraftmaschine, wobei die Kraftstoffeinspritzung mit dem höheren Kraftstoffdruck druckgesteuert erfolgt, wird während der Kraftstoffeinspritzung mindestens ein tieferer Kraftstoffdruck erzeugt. Dazu weist ein Kraftstoffeinspritzsystem (1) für jeden Injektor (10) eine lokale Absteuereinheit (11) auf, die über eine Ventileinheit (12) aktivierbar bzw. deaktivierbar ist.



Die Erfindung geht aus von einem Kraftstoffeinspritzverfahren für eine Brennkraftmaschine nach der Gattung des Patentanspruchs 1 sowie von einem Kraftstoffeinspritzsystem nach der Gattung des Patentanspruchs 5.

Ein derartiges Einspritzsystem ist beispielsweise durch die EP 0 711 914 A1 bekanntgeworden.

Zum besseren Verständnis der nachfolgenden Beschreibung werden zunächst einige Begriffe näher erläutert: Bei einem druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzsystem wird durch den im Düsenraum eines Injektors herrschenden Kraftstoffdruck ein Ventilkörper (z. B. eine Düsenadel) gegen die Wirkung einer Schließkraft aufgesteuert und so die Einspritzöffnung für eine Einspritzung des Kraftstoffes freigegeben. Der Druck, mit dem Kraftstoff aus dem Düsenraum in den Zylinder austritt, wird als Einspritzdruck bezeichnet. Unter einem hubgesteuerten Kraftstoffeinspritzsystem wird im Rahmen der Erfindung verstanden, daß das Öffnen und Schließen der Einspritzöffnung eines Injektors mit Hilfe eines verschieblichen Ventilieds aufgrund des hydraulischen Zusammenwirkens der Kraftstoffdrücke in einem Düsenraum und in einem Steuerraum erfolgen. Weiterhin ist im folgenden eine Anordnung als zentral bezeichnet, wenn sie gemeinsam für alle Zylinder vorgesehen ist, und als lokal, wenn sie für nur einen einzelnen Zylinder vorgesehen ist.

Bei dem aus der EP 0 711 914 A1 bekannten druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzsystem wird mit Hilfe einer Hochdruckpumpe Kraftstoff auf einen ersten hohen Kraftstoffdruck von etwa 1200 bar komprimiert und in einem ersten Druckspeicher gespeichert. Weiterhin wird der unter Hochdruck stehende Kraftstoff auch in einen zweiten Druckspeicher gefördert, in welchem durch Regelung seiner Kraftstoffzufuhr mittels eines 2/2-Wegventils ein zweiter hoher Kraftstoffdruck von ca. 400 bar aufrechterhalten wird. Über eine Ventilsteuereinheit wird entweder der tiefere oder höhere Kraftstoffdruck in den Düsenraum eines Injektors geleitet. Dort wird durch den Druck ein federbelasteter Ventilkörper von seinem Ventilsitz abgehoben, so daß Kraftstoff aus der Düsenöffnung austreten kann.

Nachteilig bei diesem bekannten Kraftstoffeinspritzsystem ist, daß zunächst der gesamte Kraftstoff erst auf das höhere Druckniveau komprimiert werden muß, um dann einen Teil des Kraftstoffs auf ein tieferes Druckniveau zu entlasten und in einem weiteren Druckspeicher zu lagern. Außerdem sind zwei Druckspeicher erforderlich, um die beiden Kraftstoffdrücke zu lagern.

Aus der WO 98/09068 ist ein hubgesteuertes Einspritzsystem bekannt, bei dem ebenfalls zwei Druckspeicher zur Lagerung der beiden Kraftstoffdrücke vorgesehen sind. Für jeden Druckspeicher ist eine eigene Hochdruckpumpe vorgesehen, die dauerhaft im Betrieb ist und zwar auch dann, wenn der gewünschte Druck im jeweiligen Druckspeicher bereits aufgebaut ist.

Vorteile der Erfindung

Zur Verbesserung des Einspritzverhaltens und des Wirkungsgrads werden erfindungsgemäß das Einspritzverfahren gemäß Patentanspruch 1 und die Kraftstoffeinspritzsysteme gemäß Patentansprüchen 5, 11 und 12 vorgeschlagen. Erfindungsgemäße Weiterbildungen sind in den jeweiligen Unteransprüchen enthalten.

Erfindungsgemäß wird vorgeschlagen, ein tieferes Druckniveau während des jeweiligen Einspritzzyklus z. B. mittels

einer lokalen Abstueereinheit einer piezoelektrischen Ventileinheit zu erzeugen. Die Ventileinheiten sind, da sie unabhängig von der Nockenwelle sind, bei Bedarf gezielt ansteuerbar. Auch durch einen Druckübersetzer, der nicht permanent im Betrieb ist, lassen sich Verluste durch Reibung reduzieren.

Weitere Vorteile und vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstands der Erfindung sind der Beschreibung, der Zeichnung und den Ansprüchen entnehmbar.

Zeichnung

Verschiedene Ausführungsbeispiele von erfindungsgemäßen Kraftstoffeinspritzsystemen mit einer zentralen Verteilereinrichtung, bei denen Kraftstoff mit zwei, unterschiedlich hohen Kraftstoffdrücken eingespritzt wird, sind in der Zeichnung schematisch dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein erstes Kraftstoffeinspritzsystem mit druckgesteuerten Injektoren und einer lokal dissipativen Erzeugung des tieferen Kraftstoffdruckes;

Fig. 2 ein zweites Einspritzsystem mit druckgesteuerten Injektoren und einer modifizierten lokal dissipativen Erzeugung des tieferen Kraftstoffdruckes;

Fig. 3 ein drittes Einspritzsystem mit druckgesteuerten Injektoren und einer zentralen piezoelektrischen Ventileinheit zur Formung des Kraftstoffeinspritzverlaufs;

Fig. 4 ein viertes Einspritzsystem mit druckgesteuerten Injektoren, einem zentralen Druckverstärker und der lokal dissipativen Erzeugung des tieferen Kraftstoffdruckes nach **Fig. 1**;

Fig. 5 ein fünftes Einspritzsystem mit druckgesteuerten Injektoren, einem zentralen Druckverstärker und der lokal dissipativen Erzeugung des tieferen Kraftstoffdruckes nach **Fig. 2**;

Fig. 6 ein sechstes Einspritzsystem mit druckgesteuerten Injektoren und einem modifizierten zentralen Druckverstärker für eine Bootinjektion;

Fig. 7 ein siebtes Einspritzsystem mit druckgesteuerten Injektoren und dem modifizierten zentralen Druckverstärker der **Fig. 6**;

Fig. 8 ein achttes Einspritzsystem mit druckgesteuerten Injektoren und jeweils einem lokalen Druckverstärker für jeden Injektor;

Fig. 9 ein neuntes Einspritzsystem mit druckgesteuerten Injektoren und jeweils einem lokalen Druckverstärker mit Bootinjektion für jeden Injektor;

Fig. 10 ein zehntes Einspritzsystem mit hub-/druckgesteuerten Injektoren und jeweils einem lokalen Akkumulatorraum für jeden Injektor; und

Fig. 11 ein elftes Einspritzsystem mit hub-/druckgesteuerten Injektoren, jeweils einem lokalen Akkumulatorraum für jeden Injektor und einer modifizierten Druckerzeugung.

Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Bei dem in **Fig. 1a** dargestellten ersten Ausführungsbeispiel eines druckgesteuerten Kraftstoffeinspritzsystems 1 fördert eine mengengeregelte Hochdruckpumpe 2 Kraftstoff 3 aus einem Vorratstank 4 mit hohem Druck über eine Förderleitung 5 in einen zentralen Druckspeicher 6 (Hochdruck-Common-Rail). Gesteuert über eine zentrale Ventileinheit 7 (z. B. ein 3/2-Wegventil), wird der Kraftstoff aus dem Druckspeicher 6 zentral über eine Verteilereinrichtung 8 auf mehrere, der Anzahl einzelner Zylinder entsprechende Hochdruckleitungen 9 verteilt, die zu den einzelnen, in den Brennraum der zu versorgenden Brennkraftmaschine ragenden Injektoren 10 (Einspritzeinrichtung) abführen. In **Fig. 1**

ist lediglich einer der Injektoren 10 näher dargestellt. Im Druckspeicher 6 kann ein erster höherer Kraftstoffdruck von ca. 300 bar bis 1800 bar gelagert werden.

Aus dem höheren Kraftstoffdruck kann für jeden Injektor 10 über eine lokale Absteuereinheit 11 bei Bedarf ein zweiter tieferer Kraftstoffdruck dissipativ erzeugt werden. Im dargestellten Ausführungsbeispiel umfaßt die lokale Absteuereinheit 11 dazu eine Ventileinheit (z. B. ein 2/2-Wege-Ventil) 12, mit dem der höhere Kraftstoffdruck entweder durchgeschaltet oder über eine Drossel 13 auf den tieferen Kraftstoffdruck abgesenkt werden kann. Der jeweils anstehende Druck wird dann über eine Druckleitung 15 in einen Düsenraum 16 des Injektors 10 geleitet. Die Einspritzung erfolgt druckgesteuert mit Hilfe eines in einer Führungsbohrung axial verschiebbaren kolbenförmigen Ventili glieds 17 (Düsen nadel), dessen konische Ventildichtfläche 18 mit einer Ventilsitzfläche am Injektorgehäuse zusammenwirkt und so die dort vorgesehenen Einspritzöffnungen 19 verschließt. Innerhalb des Düsenraums 16 ist eine in Öffnungsrichtung des Ventili glieds 17 weisende Druckfläche des Ventili glieds 17 dem dort herrschenden Druck ausgesetzt, wobei sich der Düsenraum 16 über einen Ringspalt zwischen dem Ventili glied 17 und der Führungsbohrung bis an die Ventildichtfläche 18 des Injektors 10 fortsetzt. Durch den im Düsenraum 16 herrschenden Druck wird das die Einspritzöffnungen 19 abdichtende Ventili glied 17 gegen die Wirkung einer Schließkraft (Schließfeder 20) aufgesteuert, wobei der Feder Raum 21 mittels einer Leckageleitung 22 druckentlastet ist. Hinter der Verteilereinrichtung 8 ist für jeden Injektor 10 noch eine Rückschlagventilanordnung 23 vorgesehen, die den Kraftstoff in Richtung Injektor 10 über ein erstes Rückschlagventil 24 durchläßt und den Rückfluß von Kraftstoff aus dem Injektor 10 mittels einer Drossel 25 und eines zweiten Rückschlagventils 26 zur Entlastung der Verteilereinrichtung 8 und zum Druckabbau zuläßt.

Eine Voreinspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck erfolgt bei stromloser Ventileinheit 12 durch Bestromen des 3/2-Wege-Ventils 7. Durch Bestromen auch der Ventileinheit 12 erfolgt dann die Haupteinspritzung mit dem höheren Kraftstoffdruck. Für eine Nacheinspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck wird die Ventileinheit 12 wieder in den stromlosen Zustand zurückgeschaltet. Am Ende der Einspritzung wird die zentrale Ventileinheit 7 auf Leckage 27 zurückgeschaltet und damit die Verteilereinrichtung 8 und der Injektor 10 entlastet. Die lokale Ventileinheit 11 kann entweder Teil des Injektorgehäuses sein oder außerhalb des Injektorgehäuses angeordnet sein. Die Anordnung aus Hochdruckpumpe 2, Druckspeicher 6 und Ventileinheit 7 ist insgesamt mit 28 bezeichnet.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 1b verwendet zur Hochdruckerzeugung eine andere Anordnung 28a, bei der der zentrale Druckspeicher der Fig. 1a ausgelassen ist und der höhere Kraftstoffdruck durch Bestromen eines 2/2-Wege-Ventils 7a aufgebaut wird. Die Hochdruckpumpe 2 kann einen Kraftstoffdruck von ca. 300 bis ca. 1000 bar erzeugen und z. B. eine Nockenpumpe sein.

Das in Fig. 2 gezeigte Einspritzsystem 30 unterscheidet sich vom Einspritzsystem 1 der Fig. 1 durch eine modifizierte lokale Absteuereinheit 31. Über eine Ventileinheit (z. B. ein 3/2-Wegeventil) 32 wird der höhere Kraftstoffdruck entweder durchgeschaltet oder dissipativ mittels einer Drossel 33 und eines auf den tieferen Kraftstoffdruck eingestellten und mit einer Leckageleitung 34 verbundenen Druckbegrenzungsventils 35 abgesteuert. Der jeweils anstehende Druck wird dann wie in Fig. 1 zum Injektor 10 weitergeleitet, wobei auch hier ein Rückschlagventil 36 ein Abströmen des höheren Kraftstoffdruckes über das Rückschlagventil 35 verhindert. Das Einspritzsystem nach Fig.

2a verwendet zur Druckerzeugung die Anordnung 28 und das Einspritzsystem nach Fig. 1a die Anordnung 28a.

Bei dem in Fig. 3 dargestellten Einspritzsystem 40 ist zwischen Druckspeicher 6 und Verteilereinrichtung 8 zentral eine piezoelektrische Ventileinheit 41 vorgesehen, deren Ventilquerschnitt mittels eines Piezostellelements (Aktuator, Aktor) gesteuert wird. Die Anordnung aus Hochdruckpumpe 2, Druckspeicher 6 und piezoelektrischer Ventileinheit 41 ist insgesamt mit 42 bezeichnet. Die Piezostellelemente, die einen notwendigen Temperaturausgleich und evtl. eine erforderliche Kraft- bzw. Wegübersetzung besitzen, dienen der Querschnittsteuerung und damit der Formung des Einspritzverlaufs. Es wird eine unabhängige Voreinspritzung sowohl in der Zeit und in der Einspritzmenge als auch im Einspritzdruck möglich. Die Haupteinspritzung kann flexibel an jeden benötigten Einspritzverlauf angepaßt werden und ermöglicht zusätzlich eine Splitinjektion bzw. eine Nacheinspritzung, die nahe an die Haupteinspritzung angelagert werden kann. Anders als die in Fig. 1 gezeigte Rückschlagventilanordnung ist bei der Rückschlagventilanordnung 43 das zweite Rückschlagventil ausgelassen.

Anders als beim Einspritzsystem 1 ist im zentralen Druckspeicher 6 des in Fig. 4 gezeigten Einspritzsystems 50 Kraftstoff unter einem Druck von ca. 200 bis ca. 1000 bar gelagert. Mittels eines dem Druckspeicher 6 nachgeordneten zentralen Druckübersetzers 51 wird der Kraftstoff aus dem Druckspeicher 6 auf den höheren Kraftstoffdruck komprimiert. Der Druckübersetzer 51 umfaßt ein Druckmittel 52 in Form eines verschiebblichen Kolbenelements, das einend mit Hilfe der Ventileinheit 7 an den Druckspeicher 6 angeschlossen werden kann, so daß es durch den in einer Primärkammer 53 befindlichen Kraftstoff einend druckbeaufschlagt wird. Ein Differenzraum 54 ist mittels einer Leckageleitung 55 druckentlastet, so daß das Druckmittel 52 zur Verringerung des Volumens einer Druckkammer 56 in Kompressionsrichtung verschoben werden kann. Dadurch wird der in der Druckkammer 56 befindliche Kraftstoff entsprechend dem Flächenverhältnis von Primärkammer 53 und Druckkammer 56 auf den höheren Kraftstoffdruck verdichtet. Wird die Primärkammer 53 mit Hilfe der Ventileinheit 7 an die Leckageleitung 57 angeschlossen, so erfolgen die Rückstellung des Druckmittels 52 und die Wiederbefüllung der Druckkammer 56, die über ein Rückschlagventil 57 an den Druckspeicher 6 angeschlossen ist. Aufgrund der Druckverhältnisse in der Primärkammer 53 und in der Druckkammer 56 öffnet das Rückschlagventil 57, so daß die Druckkammer 56 unter dem ersten Kraftstoffdruck (Raildruck des Druckspeichers 6) steht und das Druckmittel 52 hydraulisch in seine Ausgangsstellung zurückgefahren wird. Zur Verbesserung des Rückstellverhaltens können eine oder mehrere Federn in den Räumen 53, 54 und 56 angeordnet sein. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Ventileinheit 7 lediglich beispielhaft als 3/2-Wege-Ventil dargestellt. Die Voreinspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck erfolgt durch Bestromen der Ventileinheit 7. Durch Bestromen auch der Ventileinheit 12 der lokalen Absteuereinheit 11 erfolgt dann die Haupteinspritzung mit dem höheren Kraftstoffdruck, während für eine Nacheinspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck die Ventileinheit 12 wieder in den stromlosen Zustand zurückgeschaltet werden kann. Im Ausführungsbeispiel nach Fig. 4b, bei dem zur Hochdruckerzeugung die Anordnung 28a vorgesehen ist, wird der der zentrale Druckübersetzer 51 über das 2/2-Wege-Ventil 7a angesteuert und ist die Druckkammer 56 über das Rückschlagventil 57 mit der Primärkammer 53 verbunden.

Während beim Einspritzsystem 50 (Fig. 4) die lokale Absteuereinheit 11 vorgesehen ist, unterscheidet sich das in

Fig. 5 gezeigte Einspritzsystem 60 durch die Verwendung der lokalen Absteuereinheit 31. Bei dem Einspritzsystem nach Fig. 5a ist zur Hochdruckerzeugung die Anordnung 28 und beim Einspritzsystem nach Fig. 5a die Anordnung 28a vorgesehen.

Anders als das Einspritzsystem 60 kommt das druckgesteuerte Einspritzsystem 70 der Fig. 6a vollständig ohne lokale Absteuereinheit aus. Dazu ist die Druckkammer 71 des zentralen Druckübersetzers 72 über ein auf den tieferen Kraftstoffdruck eingestelltes Druckbegrenzungsventil 73 an eine Leckageleitung 74 angeschlossen, wodurch der Druck in der Druckkammer 71 zunächst auf den tieferen Kraftstoffdruck, z. B. 300 bar, begrenzt ist. Die Verbindung von Druckkammer 71 und Druckbegrenzungsventil 73 wird allerdings bereits nach einer geringen Bewegung des Druckmittels 75 (Kolbenelement) von diesem verschlossen. Damit steht für den anschließenden Einspritzvorgang der höhere Kraftstoffdruck zur Verfügung. Zur Wiederbefüllung der Druckkammer 71 sind geeignete Rückschlagventile anzuordnen, wobei eine auf das Druckmittel 75 wirkende Federkraft die Befüllung begünstigt. Im dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Druckkammer 71 über ein im Druckmittel 75 angeordnetes Rückschlagventil 76 mit der Primärkammer 77 verbunden. Während dabei in Fig. 6a die Einspritzmenge, die mit dem tieferen Kraftstoffdruck eingespritzt wird, konstruktiv vorgegeben ist, kann diese Einspritzmenge, d. h. das Druckniveau der Voreinspritzung und der Verlauf der Haupteinspritzung (Bootinjektion), durch eine zentrale Absteuereinheit 78 (2/2-Wege-Ventil) vor dem Druckbegrenzungsventil 73 gesteuert werden (Fig. 6b). Statt der in den Fig. 6a und 6b verwendeten Anordnung 28a kann zur Hochdruckerzeugung auch die Anordnung 28 eingesetzt werden.

In einer anderen Variante (Fig. 6c) ist die Druckkammer 71 über die Leitung 79 direkt mit dem Druckspeicher 6 verbindbar, so daß dessen Kraftstoff für eine Einspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck zu den druckgesteuerten Injektoren 10 weitergeleitet wird. Damit steht für den anschließenden Einspritzvorgang der höhere Kraftstoffdruck zur Verfügung. Dadurch lassen sich die abströmenden Leckagemengen reduzieren.

Anders als in Fig. 6 verwendet das in Fig. 7 gezeigte Einspritzsystem 80 die Anordnung 42 (Fig. 3) und den zentralen Druckübersetzer 72 zum Druckaufbau, wobei die Zumessung über die piezoelektrische Ventileinheit 41 erfolgt. Dies ermöglicht eine vollkommen unabhängige Voreinspritzung sowohl in der Zeit und Einspritzmenge als auch im Einspritzdruck. Die Haupteinspritzung kann voll flexibel an jeden benötigten Einspritzverlauf angepaßt werden und ermöglicht zusätzlich eine Splitinjektion bzw. eine Nacheinspritzung, die nahezu beliebig nahe an die Haupteinspritzung angelagert werden kann. Entsprechend dem jeweiligen Öffnungsquerschnitt der Ventileinheit 41 wird der in der Druckkammer 71 befindliche Kraftstoff auf einen unterschiedlich hohen Einspritzdruck komprimiert und über den Injektor 10 eingespritzt.

Anders als beim Einspritzsystem 80 ist bei dem in Fig. 8 gezeigten Einspritzsystem 90 für jeden Injektor 10 jeweils im Injektor 10 ein lokaler Druckübersetzer 91 vorgesehen, dessen Funktionsweise dem zentralen Druckübersetzer 72 entspricht. Die Druckkammer 92 des lokalen Druckübersetzers 91 führt zum Düsenraum 16 des Injektors 10. Die Zumessung des Kraftstoffdruckes bzw. die Formung des Einspritzverlaufs erfolgt in Fig. 8a über die piezoelektrische Ventileinheit 41 (3/2-Wege-Ventil) der Anordnung 42 und in Fig. 8b über eine piezoelektrische Ventileinheit 41a (2/2-Wege-Ventil) der Anordnung 42a, die ansonsten der Anordnung 28a entspricht.

Bei dem Einspritzsystem 100 der Fig. 9 ist die Druckkammer 92 des lokalen Druckübersetzers 91 über ein auf einen tieferen Kraftstoffdruck eingestelltes Druckbegrenzungsventil 101 an eine Leckageleitung 102 angeschlossen, wodurch der Druck in der Druckkammer 92 zunächst auf den tieferen Kraftstoffdruck, z. B. 300 bar, begrenzt ist. Die Verbindung von Druckkammer 92 und Druckbegrenzungsventil 101 wird allerdings bereits nach einer geringen Bewegung des Druckmittels (Kolbenelement) von diesem verschlossen. Damit steht für den anschließenden Einspritzvorgang der höhere Kraftstoffdruck zur Verfügung. Das Einspritzsystem nach Fig. 9a verwendet zur Druckerzeugung die Anordnung 28 und das Einspritzsystem nach Fig. 9b die Anordnung 28a.

Das in Fig. 10 gezeigte Einspritzsystem 110 verwendet die Anordnung 28 zur Erzeugung der höheren Einspritzdruckes, den die zentrale Verteilereinrichtung 8 über die Druckleitungen 9 auf die einzelnen hub-/druckgesteuerten Injektoren 111 aufteilt. Bei diesen Injektoren 111 greift am Ventillglied 17 koaxial zu der Schließfeder 20 ein Druckstück 112 an, das mit seiner der Ventildichtfläche 18 abgewandten Stirnseite 113 einen Steuerraum 114 begrenzt. Der Steuerraum 114 hat von der Druckleitung 115 her einen Kraftstoffzulauf 116 mit einer ersten Drossel 117 und einen Kraftstoffablauf zu einer Druckentlastungsleitung 118 mit einer zweiten Drossel 119, die durch ein Steuerorgan in Form eines 2/2-Wege-Ventils 120 mit der Leckageleitung 121 verbindbar ist. Über den Druck im Steuerraum 114 wird das Druckstück 112 in Schließrichtung druckbeaufschlagt. Durch Betätigen (Bestromen) des 2/2-Wege-Ventils 120 kann der Druck im Steuerraum 114 abgebaut werden, so daß in der Folge der in Öffnungsrichtung auf das Ventillglied 17 wirkende Druck im Düsenraum 11 den in Schließrichtung auf das Ventillglied 17 wirkenden Druck übersteigt. Die Ventildichtfläche 18 hebt von der Ventilsitzfläche ab, so daß eine Einspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck erfolgt. Dabei läßt sich der Entlastungsvorgang des Steuerraums 114 und somit die Hubsteuerung des Ventillglieds 17 über die Dimensionierung der beiden Drosseln 117, 119 beeinflussen.

Der in der Druckleitung 9 anstehende höhere Kraftstoffdruck wird mittels Bestromens einer Ventileinheit (z. B. eines 3/2-Wege-Ventils) 122 über die Druckleitung 115 in den Düsenraum 16 des Injektors 111 geleitet. Die Einspritzung mit dem höheren Kraftstoffdruck (Haupteinspritzung) erfolgt druckgesteuert. Durch Umschalten des 3/2-Wege-Ventils 122 zurück in den unbestromten Zustand wird die Haupteinspritzung beendet und die Druckleitung 115 über ein auf einen zweiten tieferen Kraftstoffdruck (ca. 300 bar) eingestelltes Druckbegrenzungsventil 123 mit der Leckageleitung 121 verbunden, die der Druckentlastung dient. Infolge der Umschaltung baut sich der in der Druckleitung 115 und dem Düsenraum 11 zunächst noch herrschende höhere Kraftstoffdruck auf den tieferen Kraftstoffdruck ab, der in einem an die Druckleitung 115 angeschlossenen Akkumulatorraum 124 gelagert wird. Dieser tiefere Kraftstoffdruck dient zur Vor- und/oder Nacheinspritzung (HC-Anreicherung zur Abgasnachbehandlung). Durch Schließen des 2/2-Wege-Ventils 120 wird diese Einspritzung dann beendet. Die Einspritzung mit dem tieferen Systemdruck kann entweder nach der Haupteinspritzung als Nacheinspritzung oder vor der Haupteinspritzung als Voreinspritzung erfolgen. Sofern der Akkumulatorraum 124 auch nach einer Nacheinspritzung noch ausreichend mit unter Druck stehendem Kraftstoff gefüllt ist, kann dieser Kraftstoff beim nächsten Einspritzzyklus für eine Voreinspritzung genutzt werden, wodurch für jeden Einspritzzyklus eine Vor- und Nacheinspritzung möglich ist. Die Größe des Akkumulatorraums 124 ist an die Erfordernisse der Vor- und Nacheinspritzung

angepaßt, wobei die Funktion des Akkumulatorraums 124 auch eine genügend lange Druckleitung erfüllen kann. Die in Fig. 10 insgesamt mit 125 bezeichnete Anordnung aus Ventileinheit 122 und Druckbegrenzungsventil 123 kann entweder innerhalb des Injektorgehäuses (Fig. 10a) oder außerhalb (Fig. 10b) angeordnet sein.

Das in Fig. 11 gezeigte Einspritzsystem 120 verwendet im Unterschied zum Einspritzsystem 110 die Anordnung 28a zur Hochdruckerzeugung und keinen zentralen Druckspeicher. In Fig. 11a ist die Anordnung 125 innerhalb des Gehäuses des Injektors 111 und in Fig. 11b außerhalb angeordnet.

Bei einem Verfahren zum Einspritzen von Kraftstoff mit mindestens zwei unterschiedlich hohen Kraftstoffdrücken über Injektoren 10 in den Brennraum einer Brennkraftmaschine, wobei die Kraftstoffeinspritzung mit dem höheren Kraftstoffdruck druckgesteuert erfolgt, wird während der Kraftstoffeinspritzung mindestens ein tieferer Kraftstoffdruck erzeugt. Dazu weist ein Kraftstoffeinspritzsystem 1 für jeden Injektor 10 eine lokale Absteuereinheit 11 auf, die über eine Ventileinheit 12 aktivierbar bzw. deaktivierbar ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einspritzen von Kraftstoff mit mindestens zwei unterschiedlich hohen Kraftstoffdrücken über Injektoren (10; 111) in den Brennraum einer Brennkraftmaschine, wobei die Kraftstoffeinspritzung mit dem höheren Kraftstoffdruck druckgesteuert erfolgt, **dadurch gekennzeichnet**, daß während der Kraftstoffeinspritzung mindestens ein tieferer Kraftstoffdruck erzeugt wird.
2. Einspritzverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der tiefere Kraftstoffdruck durch einen steuerbaren Ventilquerschnitt erzeugt wird.
3. Einspritzverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der tiefere Kraftstoffdruck durch Absteuerung des höheren Kraftstoffdruckes erzeugt wird.
4. Einspritzverfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der tiefere Kraftstoffdruck lokal gespeichert wird und die Kraftstoffeinspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck hubgesteuert erfolgt.
5. Kraftstoffeinspritzsystem (1; 30; 50; 60; 110; 120) für eine Brennkraftmaschine, bei dem Kraftstoff mit mindestens zwei unterschiedlich hohen Kraftstoffdrücken über Injektoren (10; 111) in den Brennraum der Brennkraftmaschine eingespritzt werden kann, insbesondere zum Durchführen des Einspritzverfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß für jeden Injektor (10; 111) eine lokale Absteuereinheit (11; 31; 125) vorgesehen ist, die über eine Ventileinheit (12; 32; 122) aktivierbar bzw. deaktivierbar ist.
6. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die lokale Absteuereinheit (11) eine Drossel (13) aufweist.
7. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß die lokale Absteuereinheit (31; 125) ein auf den tieferen Kraftstoffdruck eingestelltes Druckbegrenzungsventil (35; 123) aufweist.
8. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspritzung mit dem höheren und dem tieferen Kraftstoffdruck jeweils druckgesteuert erfolgt.
9. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Einspritzung mit dem höheren Kraftstoffdruck druckgesteuert

und die Einspritzung mit dem tieferen Kraftstoffdruck hubgesteuert erfolgt.

10. Kraftstoffeinspritzsystem nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß für jeden Injektor (111) ein lokaler Akkumulatorraum (124) vorgesehen ist, in dem der tiefere Kraftstoffdruck gespeichert wird.

11. Kraftstoffeinspritzsystem (40; 80; 90) mit druckgesteuerten Injektoren (10), gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 5, insbesondere zum Durchführen des Einspritzverfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in der zu den Injektoren (10) führenden Druckleitung zentral eine, insbesondere piezoelektrische, Ventileinheit (41; 41a) mit steuerbarem Ventilquerschnitt vorgesehen ist.

12. Kraftstoffeinspritzsystem (70; 100) gemäß dem Oberbegriff von Anspruch 11, insbesondere zum Durchführen des Einspritzverfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß in der zu einem Injektor (10) führenden Druckleitung ein Druckübersetzer (72; 92) vorgesehen ist, dessen Druckkammer (71; 92) mit einer weiteren Leitung mit dem tieferen Kraftstoffdruck verbindbar ist, wobei diese Verbindung durch das Druckmittel des Druckübersetzers (72; 92) verschließbar ist.

13. Kraftstoffeinspritzsystem nach einem der Ansprüche 5 bis 12, gekennzeichnet durch eine zentrale Verteilereinrichtung (8), die den Kraftstoff auf die einzelnen Injektoren (10; 111) aufteilt.

Hierzu 21 Seite(n) Zeichnungen

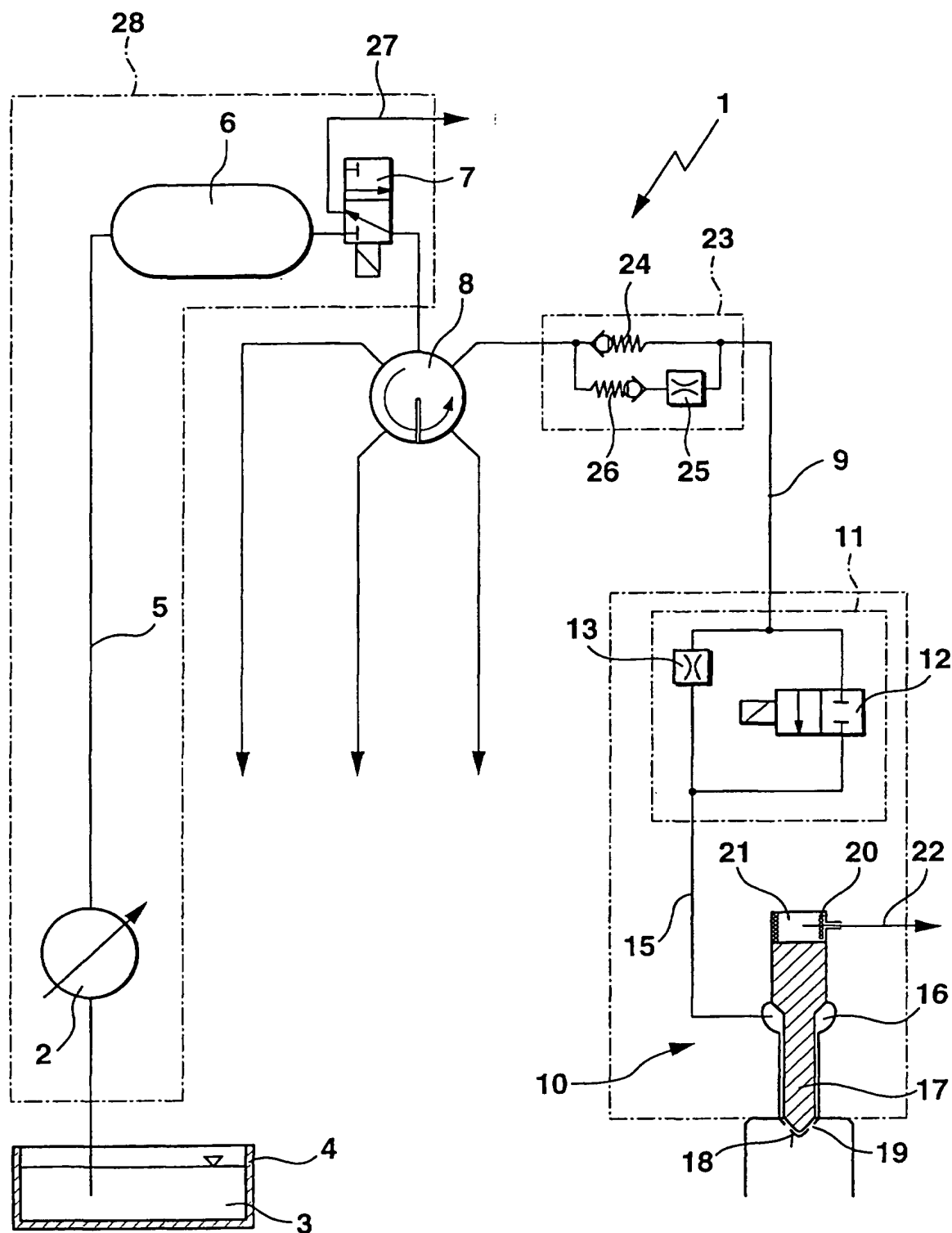
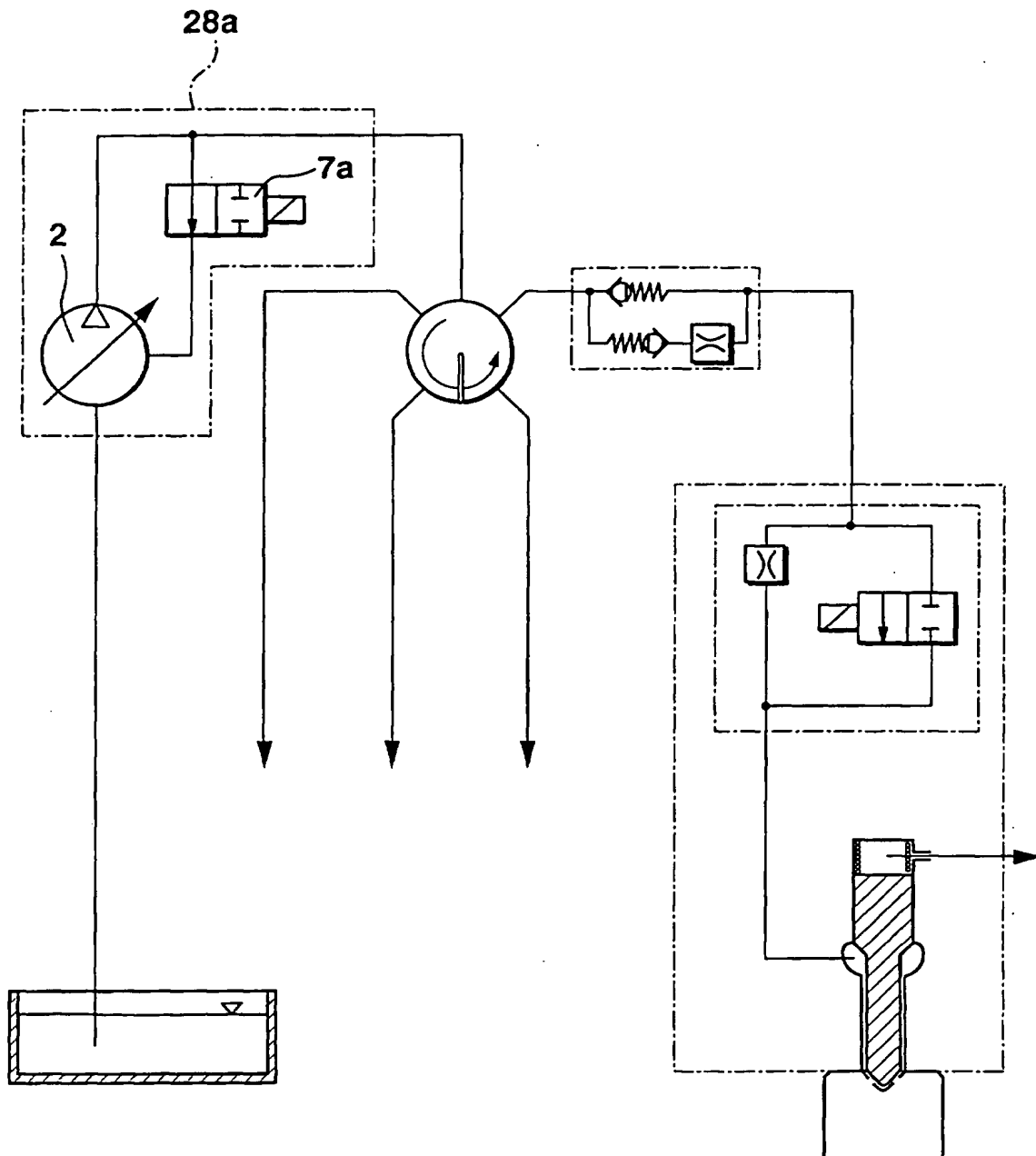


Fig. 1b



28a

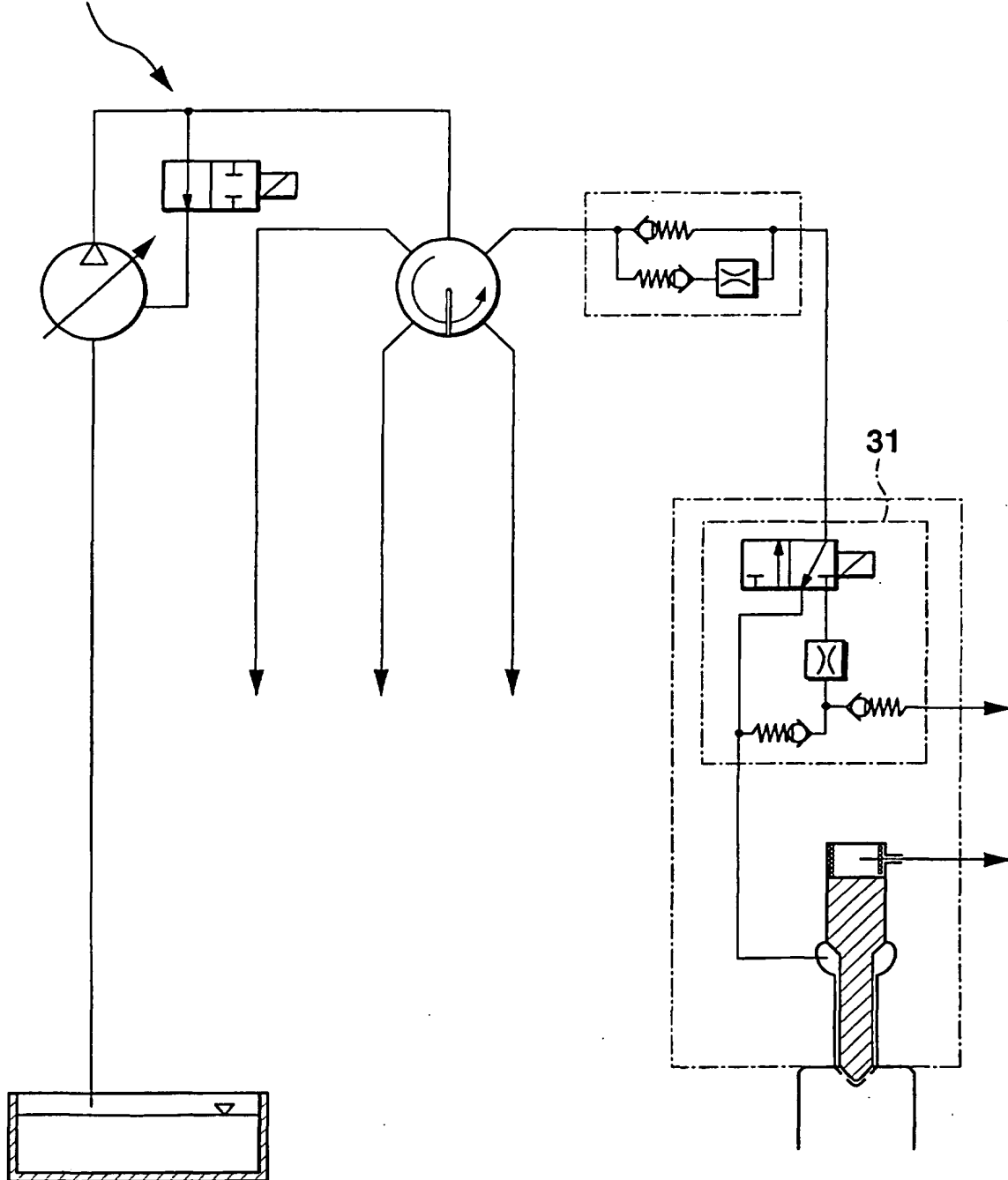
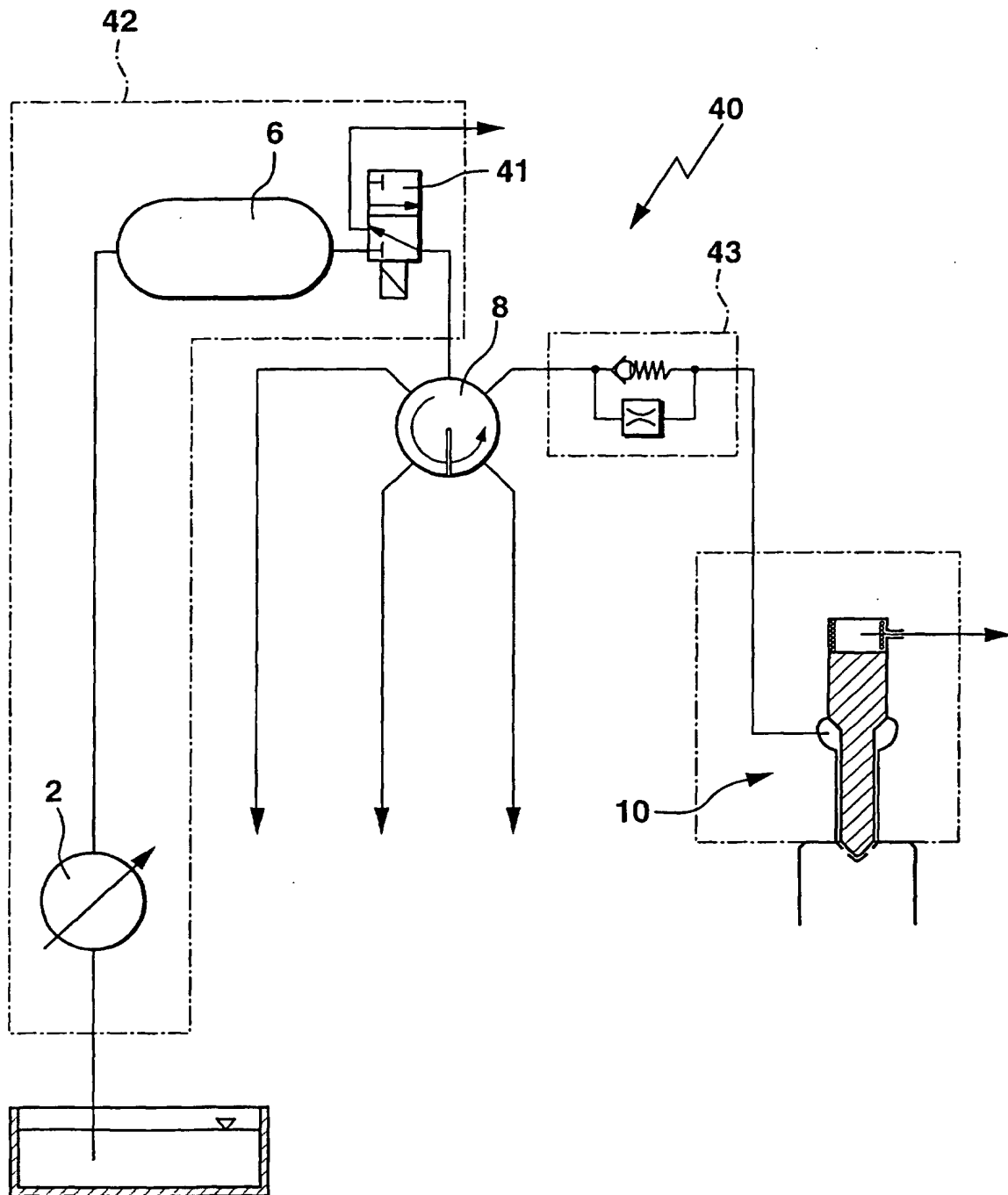


Fig. 3



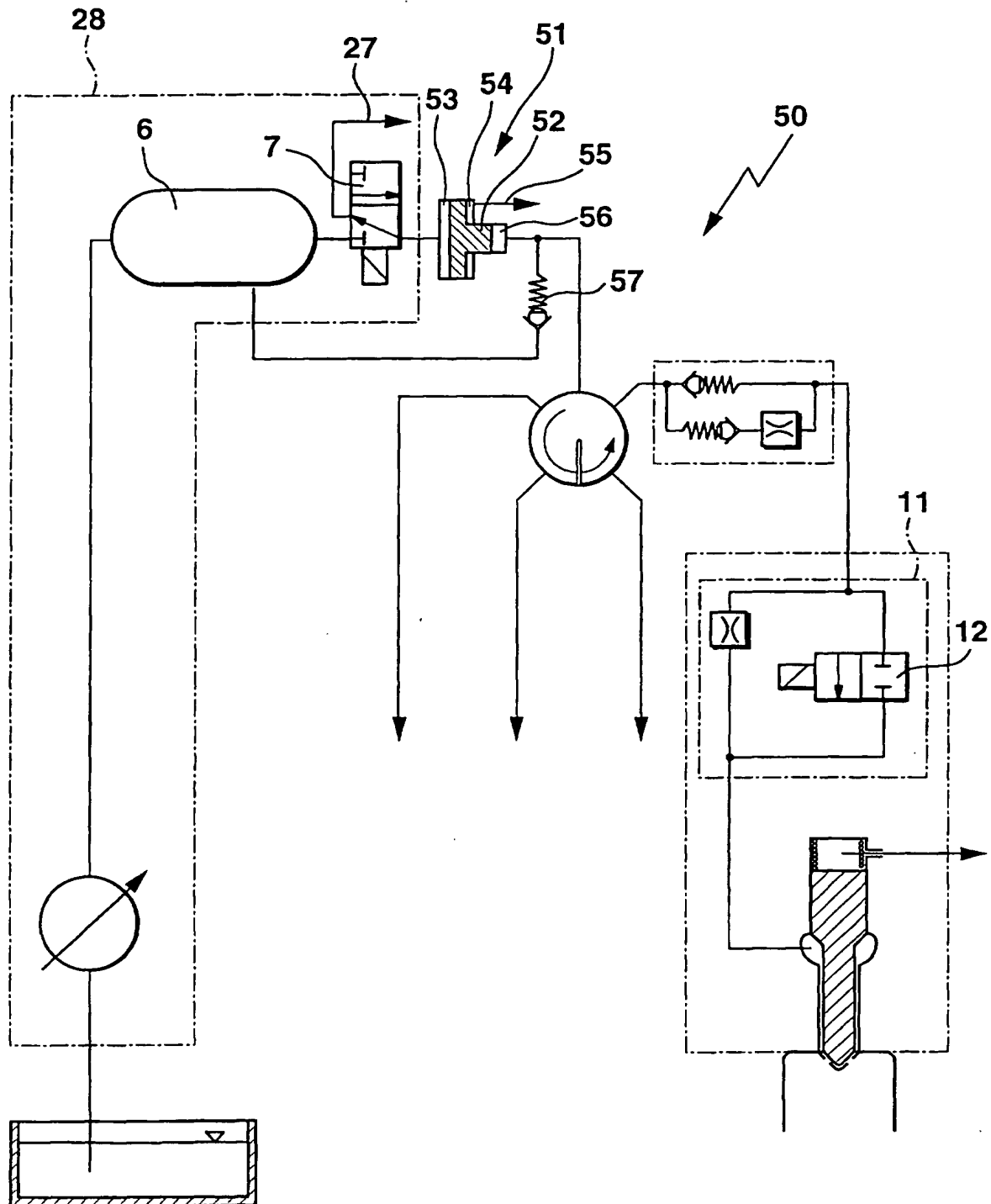


Fig. 4b

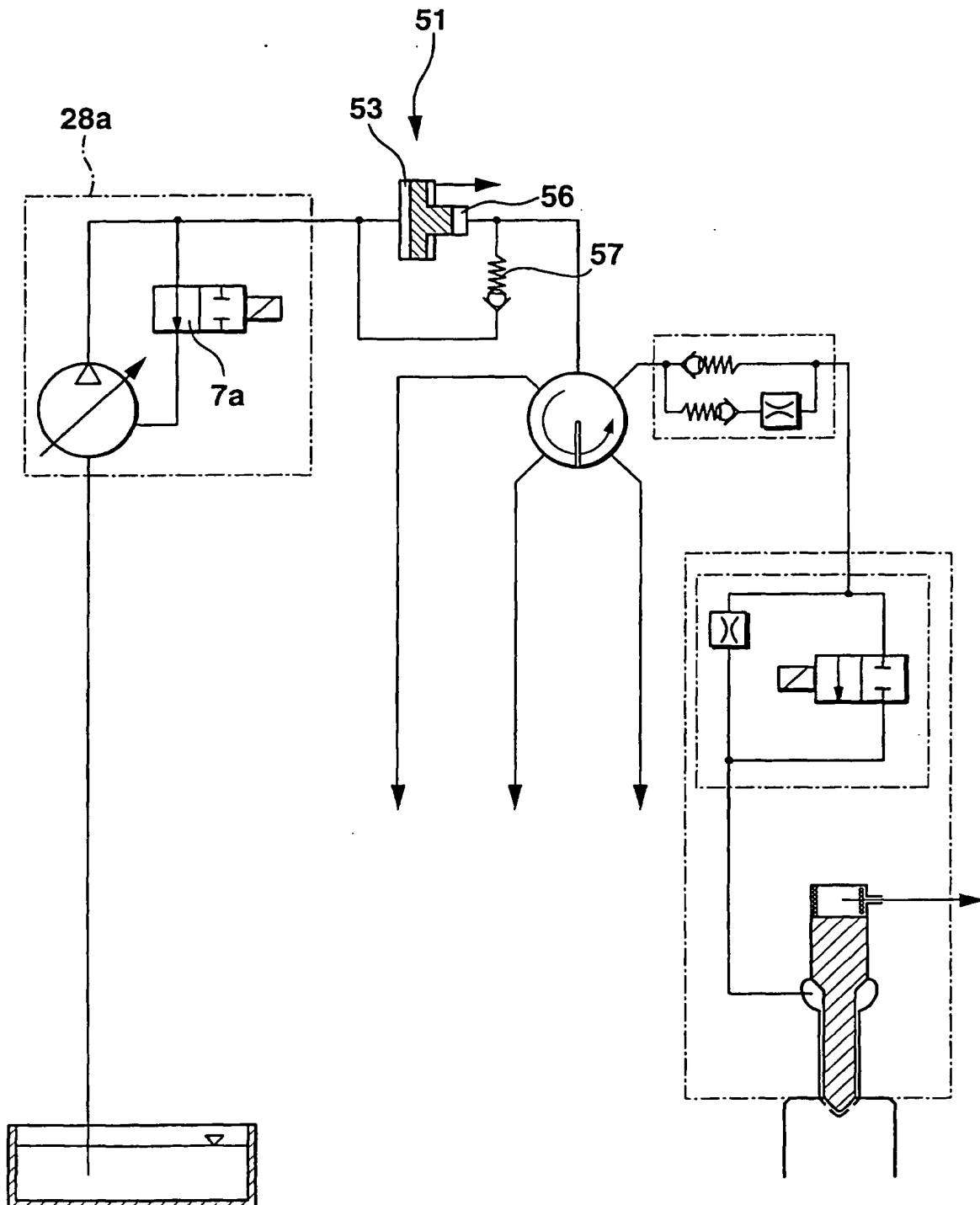
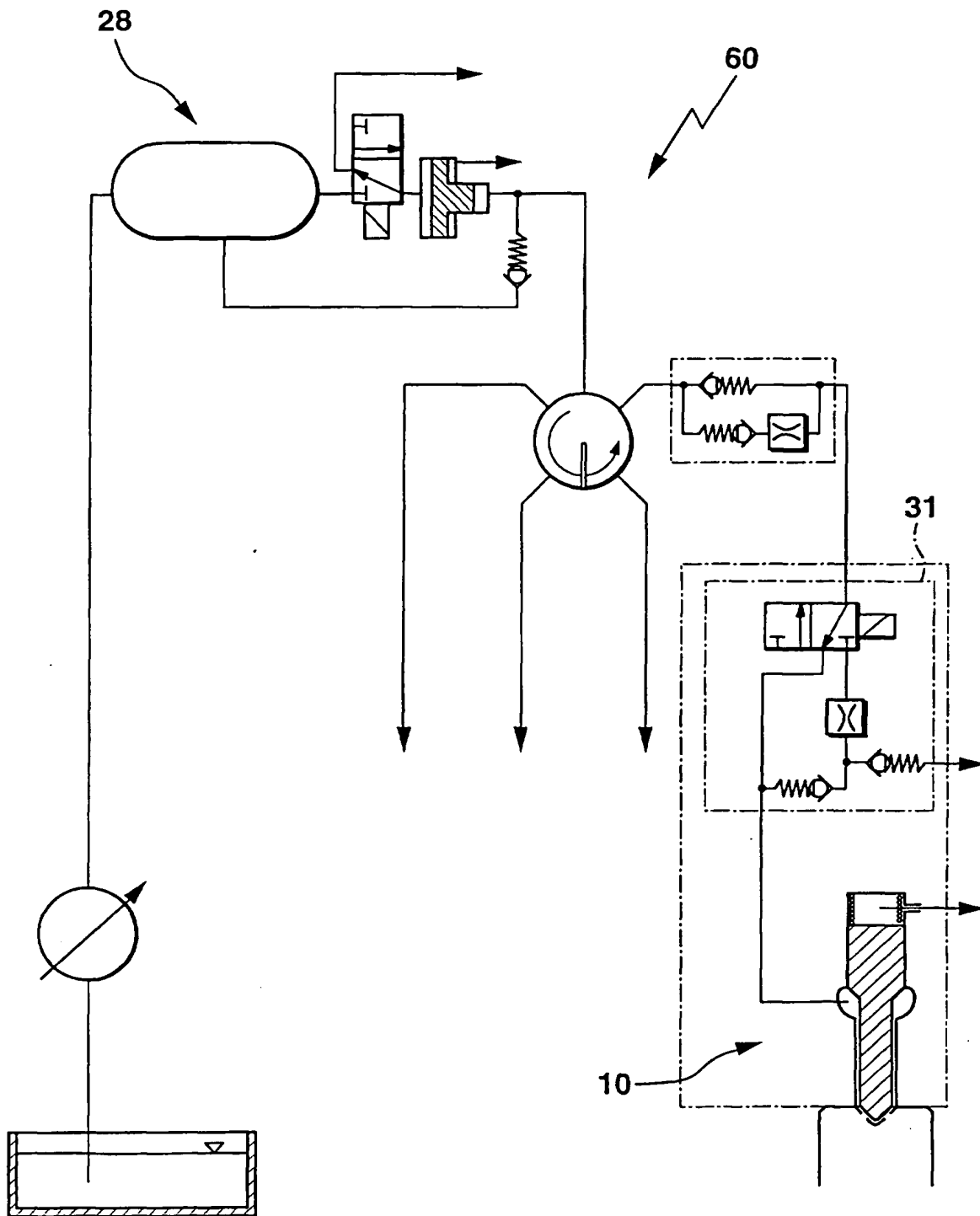


Fig. 5a



28a

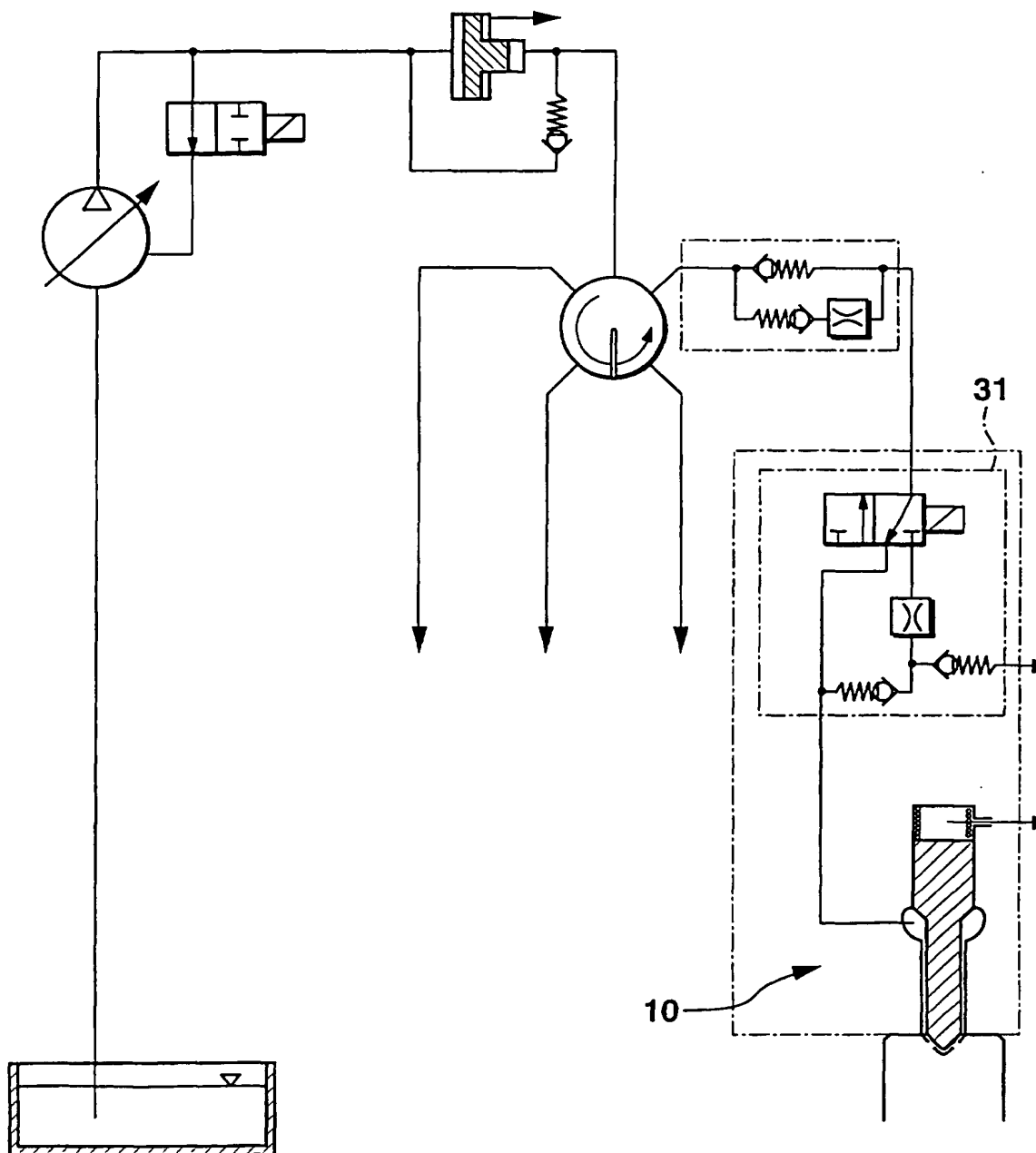


Fig. 6a

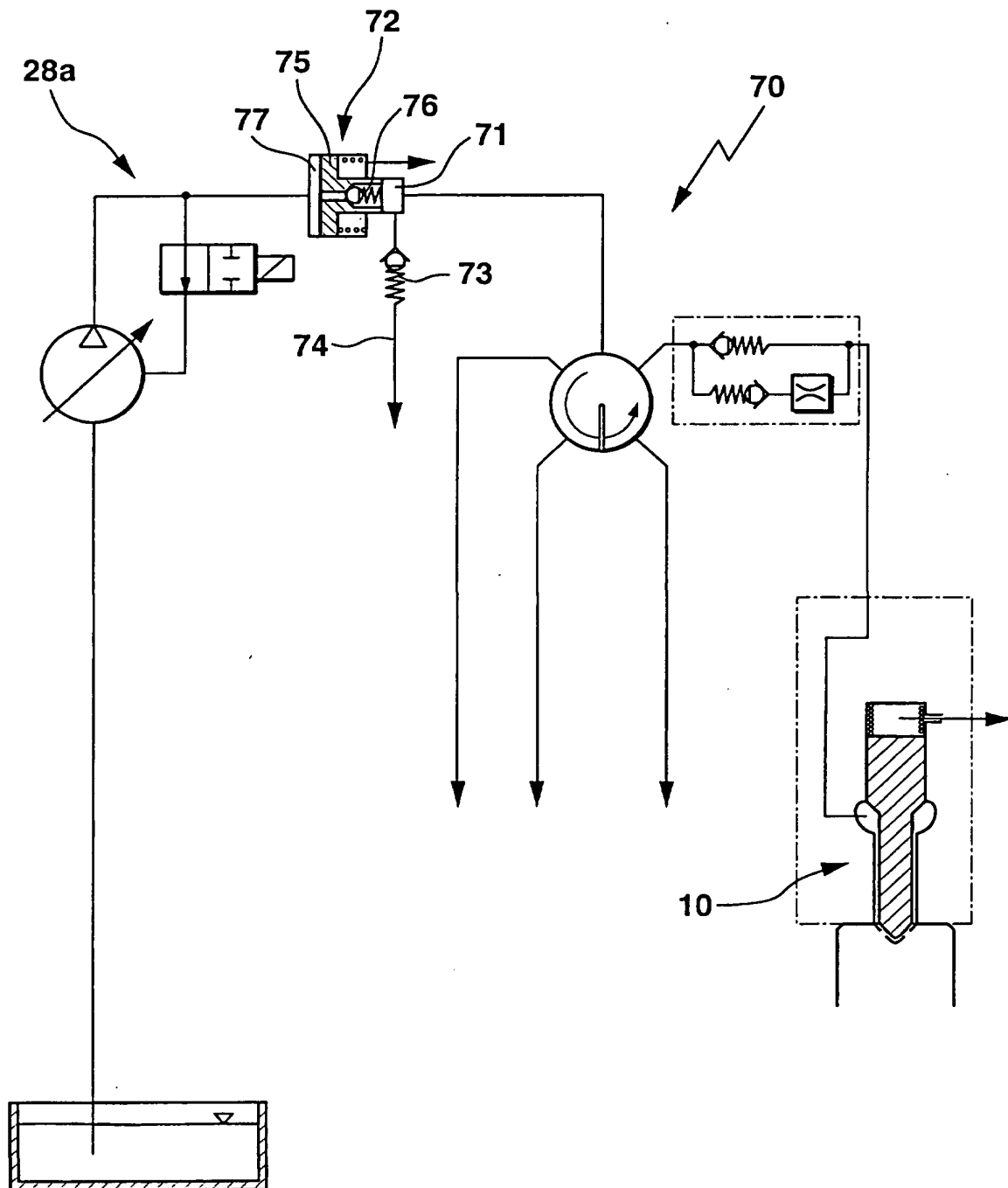


Fig. 6b

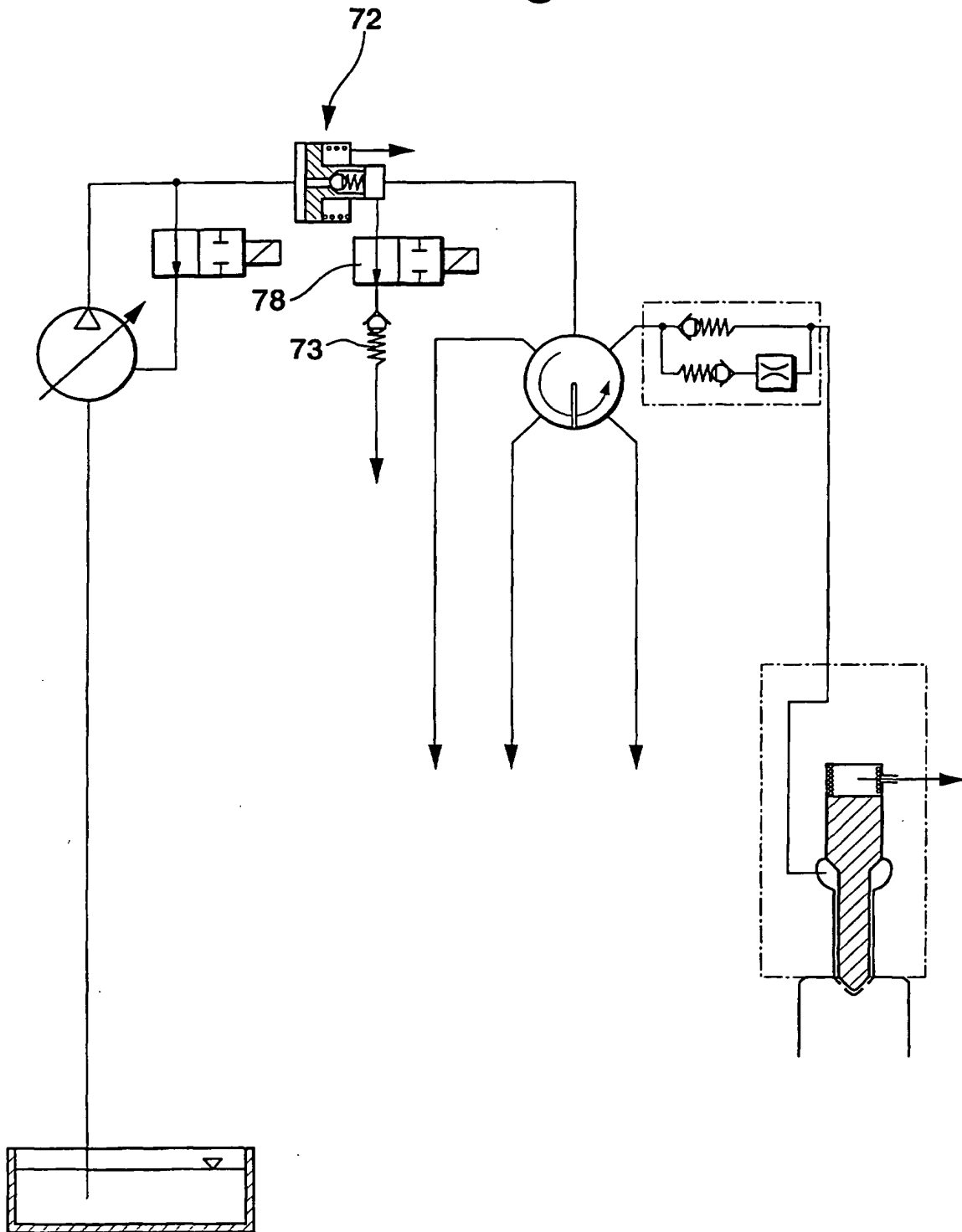


Fig. 6c

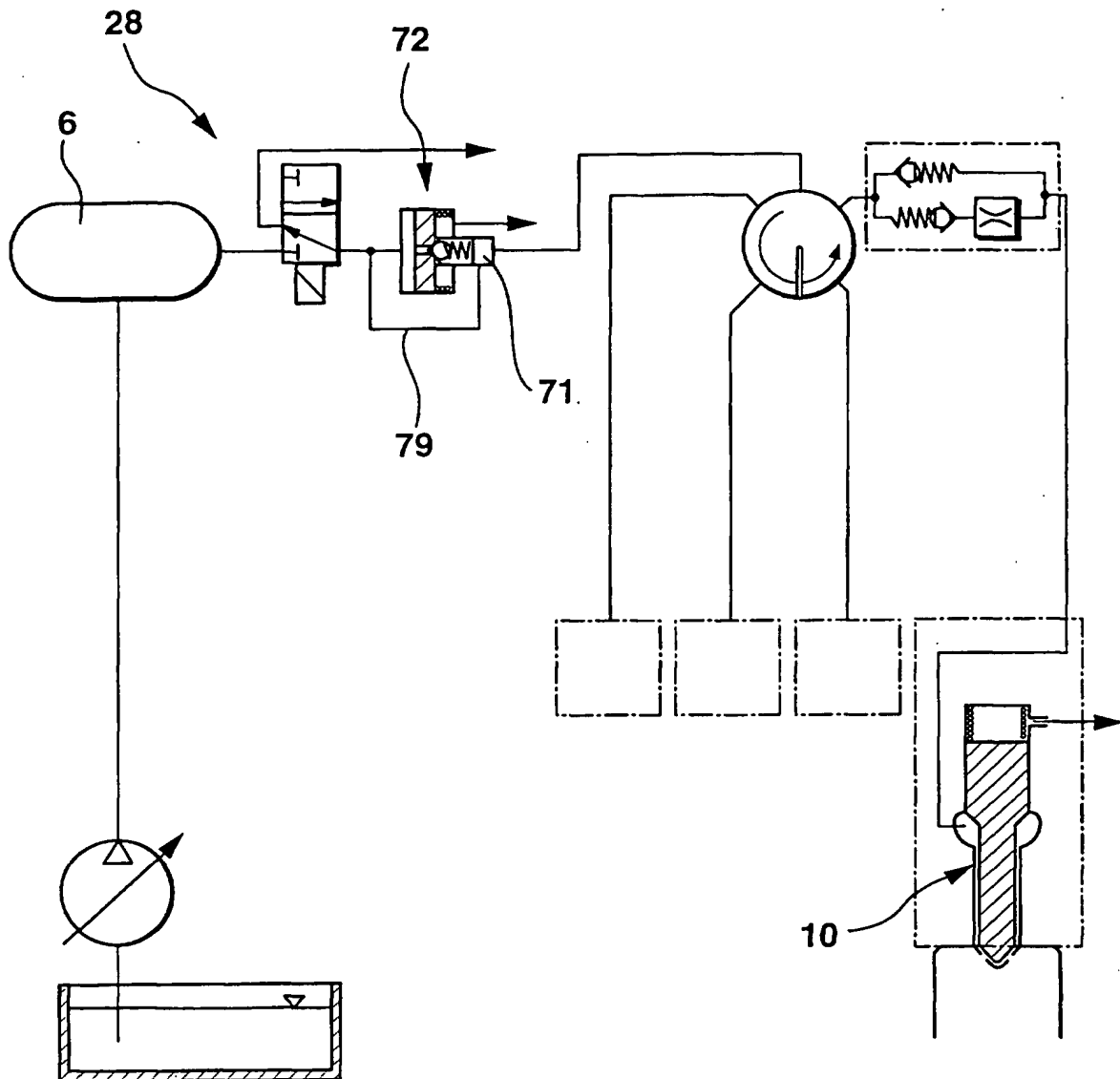


Fig. 7

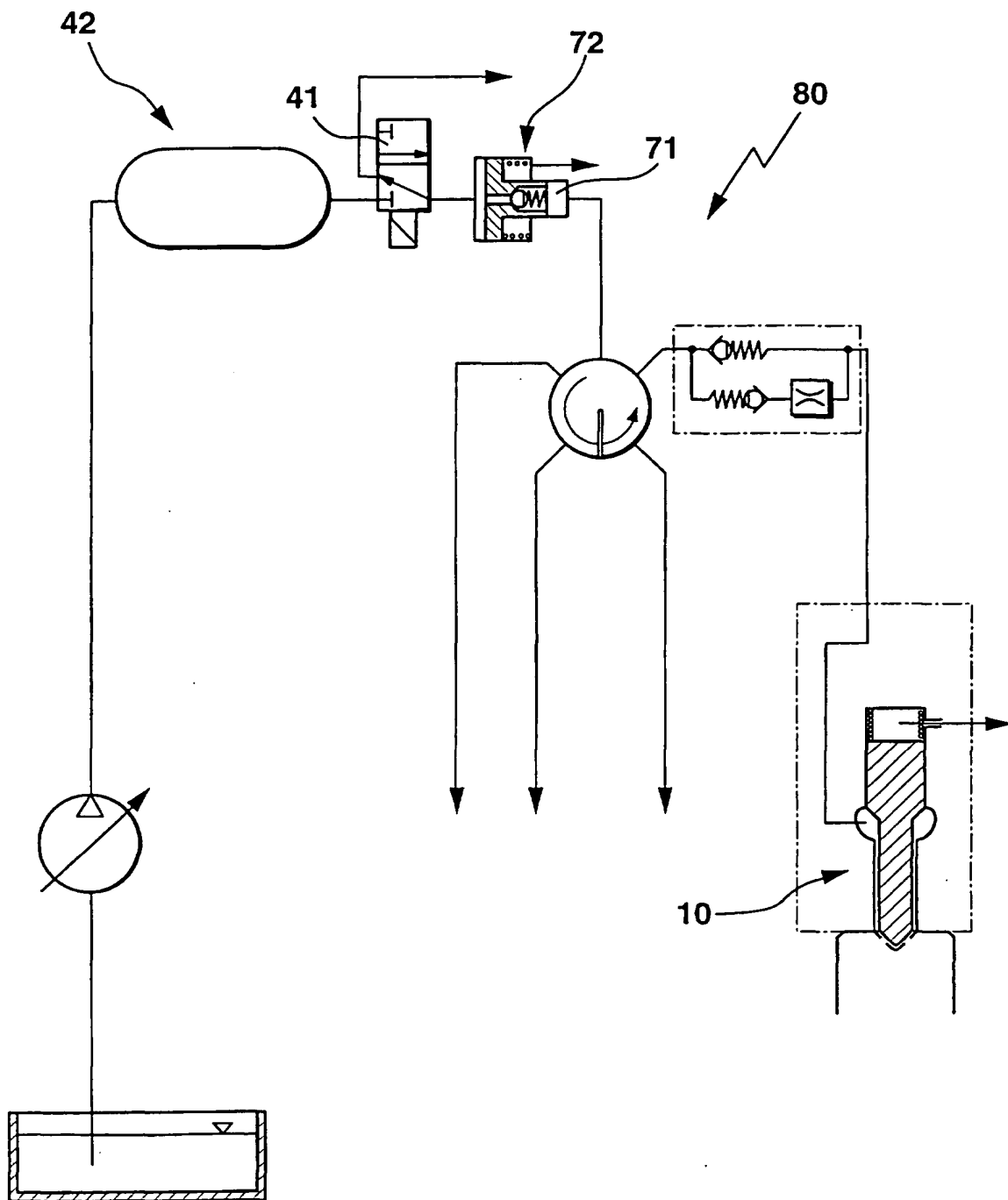


Fig. 8a

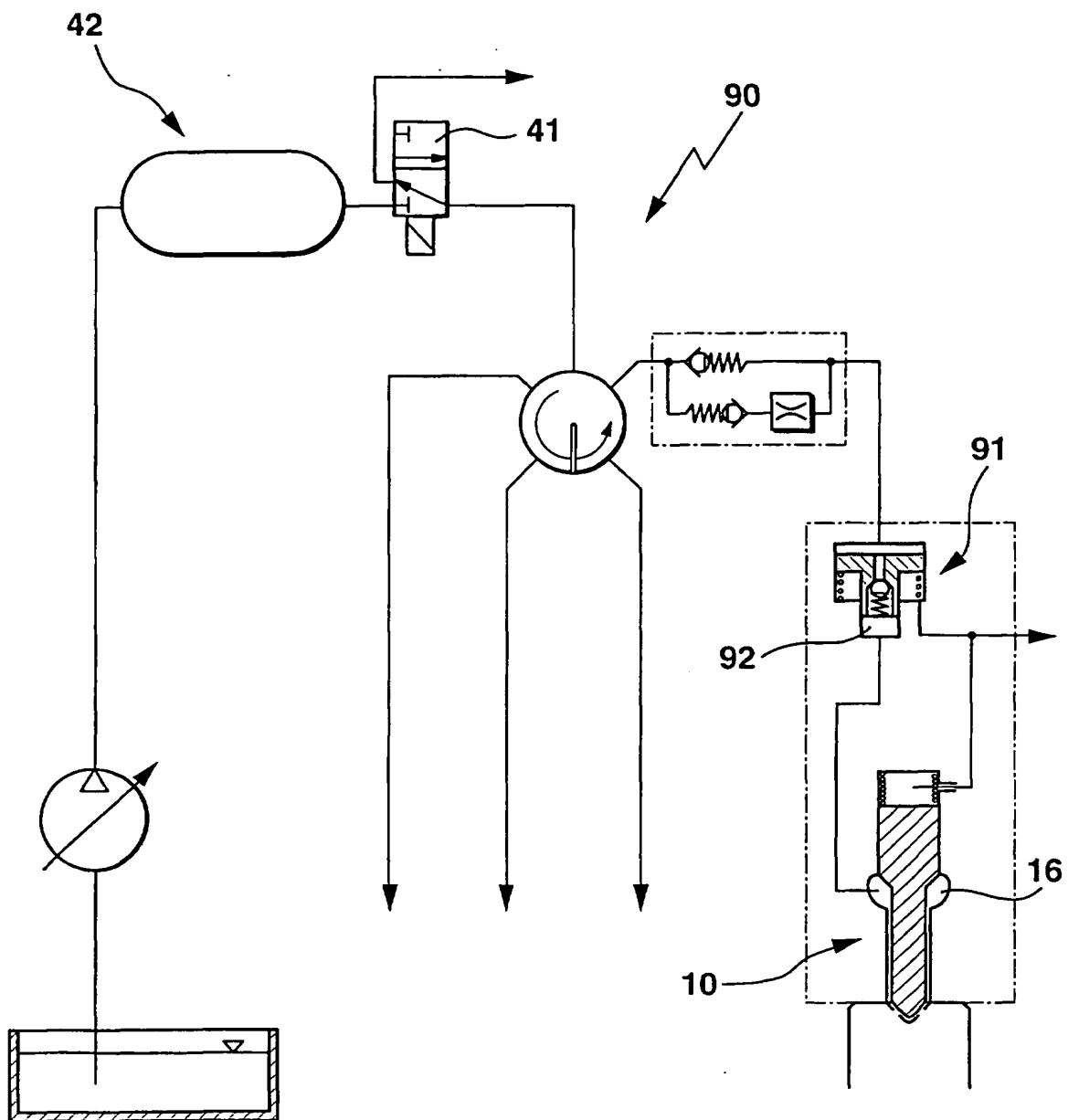


Fig. 8b

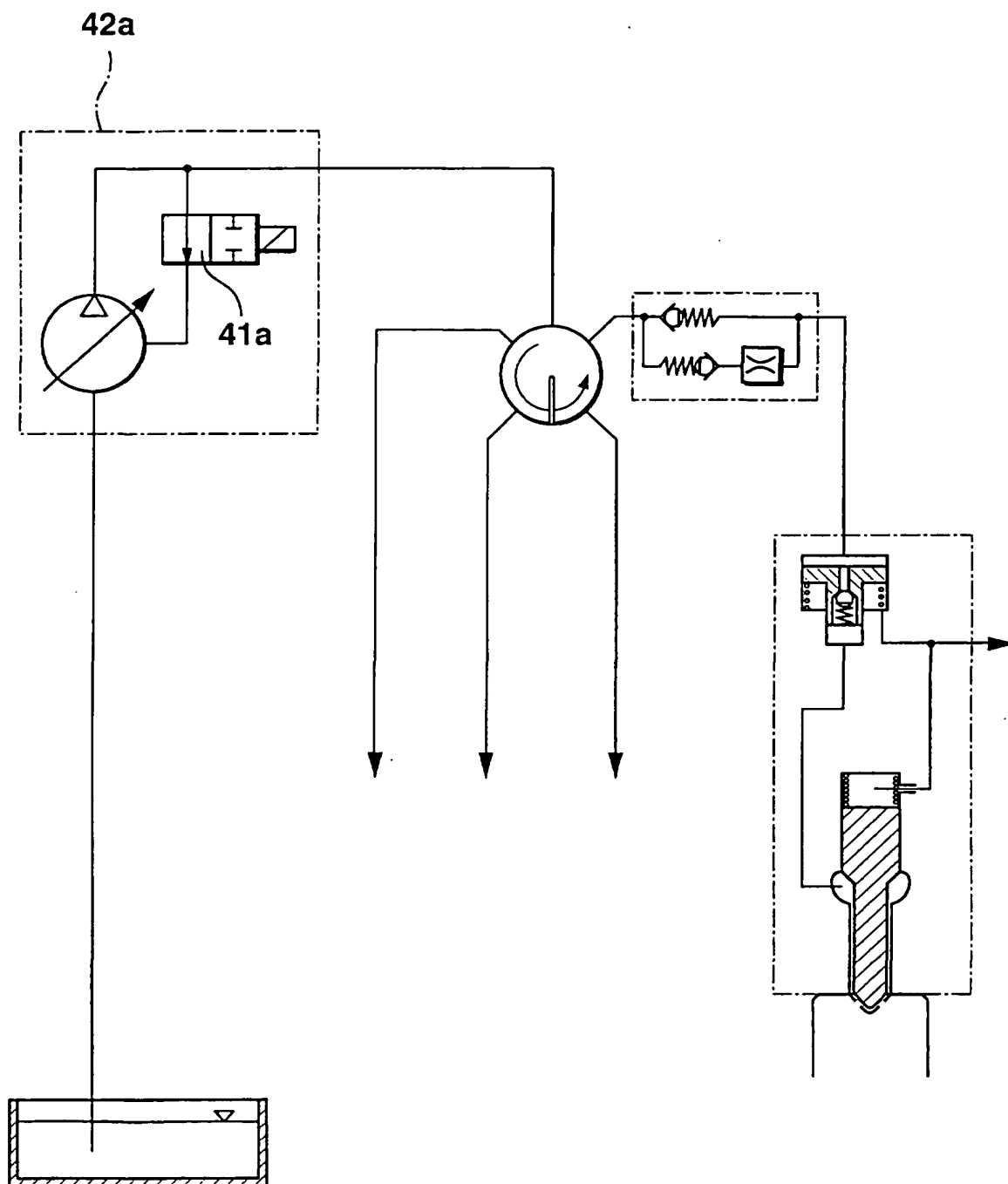


Fig. 9a

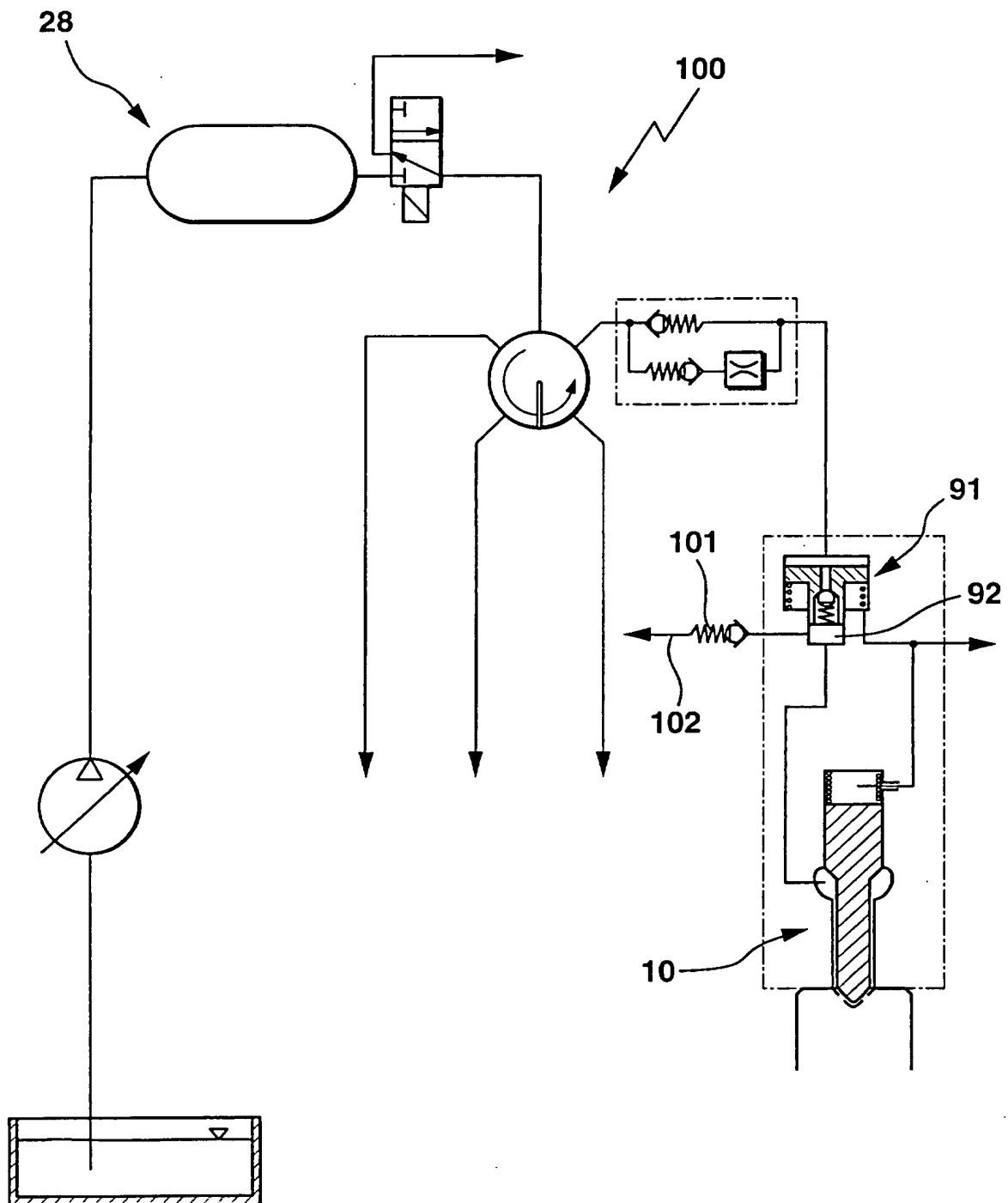


Fig. 9b

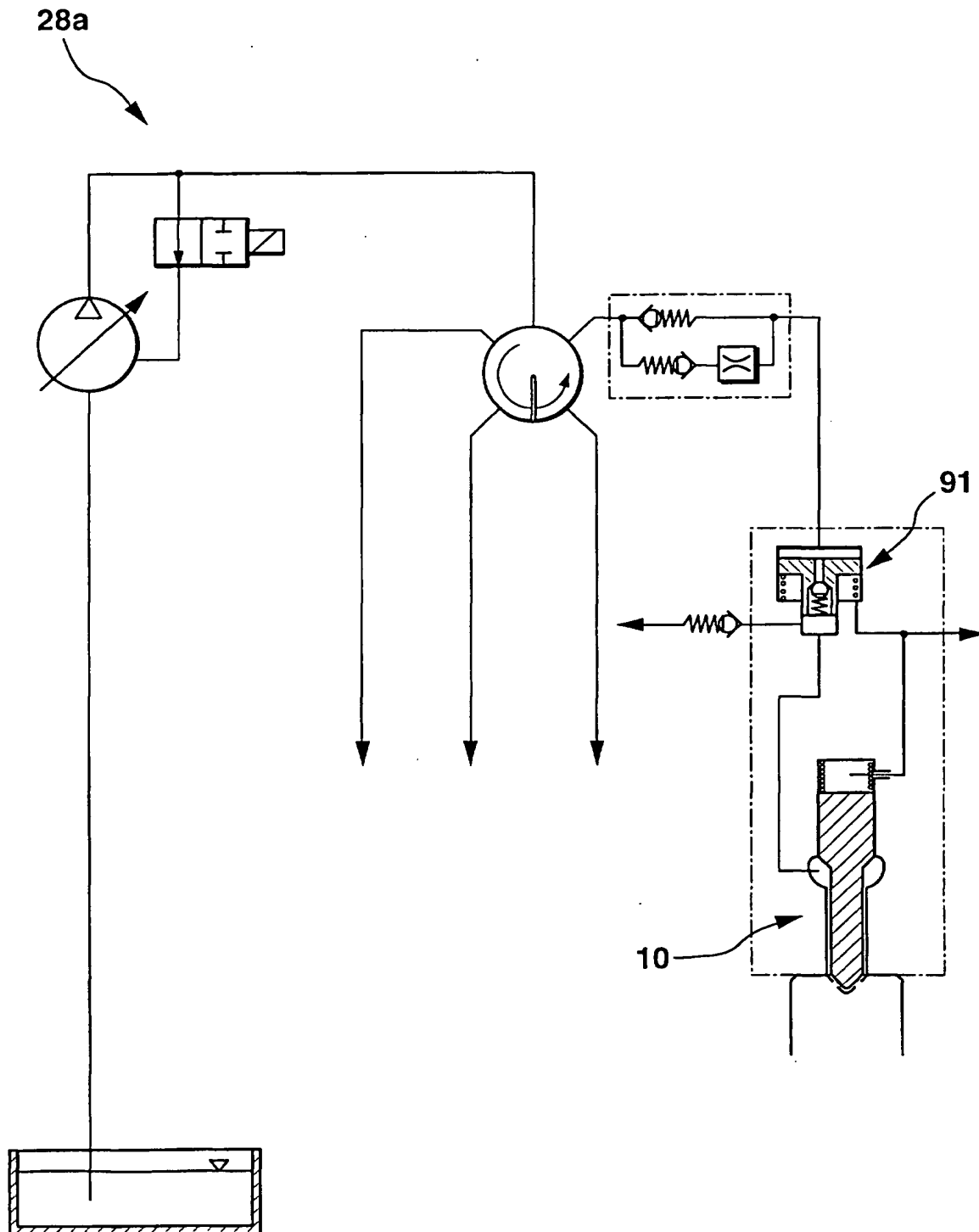


Fig. 10a

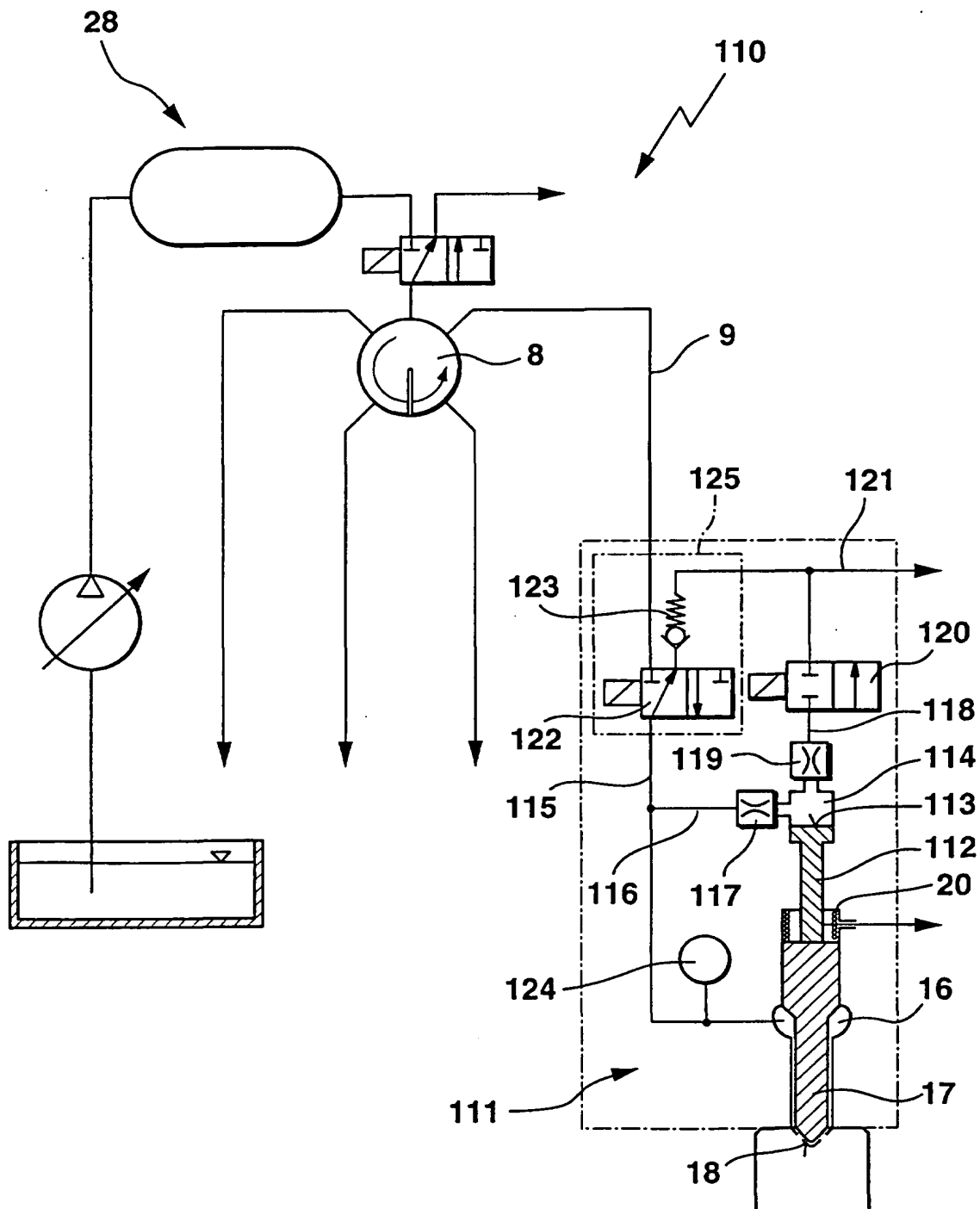


Fig. 10b

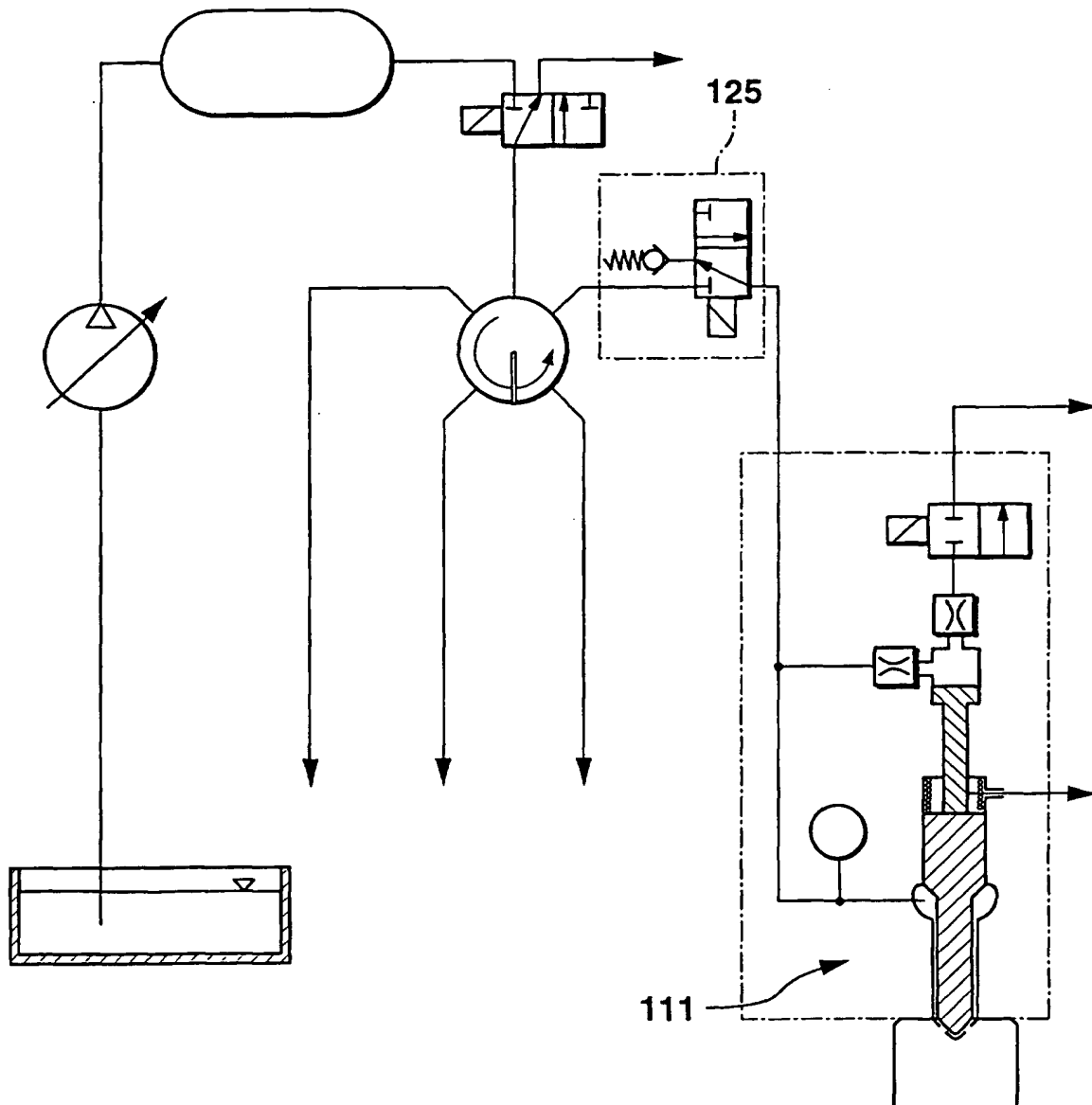


Fig. 11a

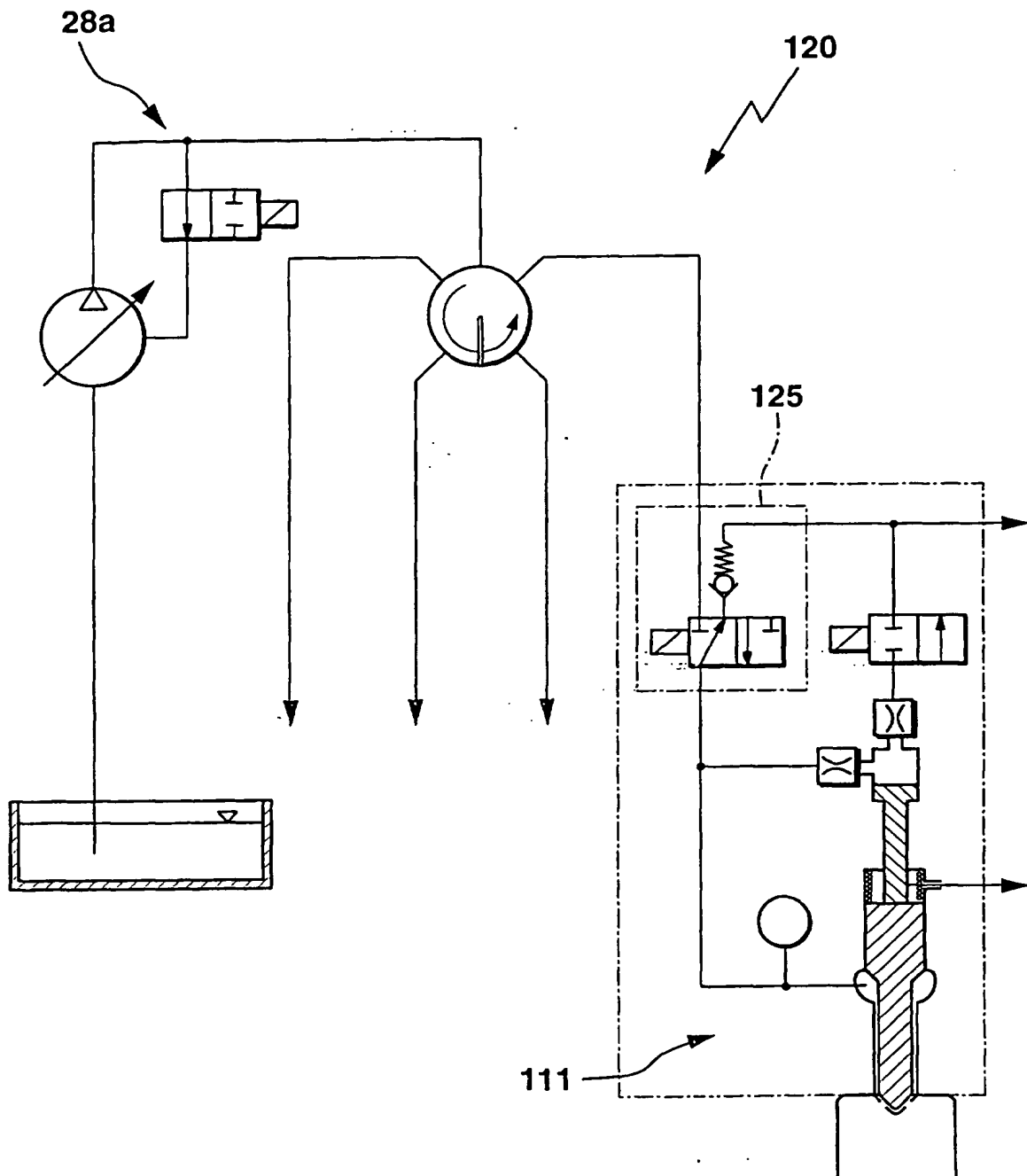
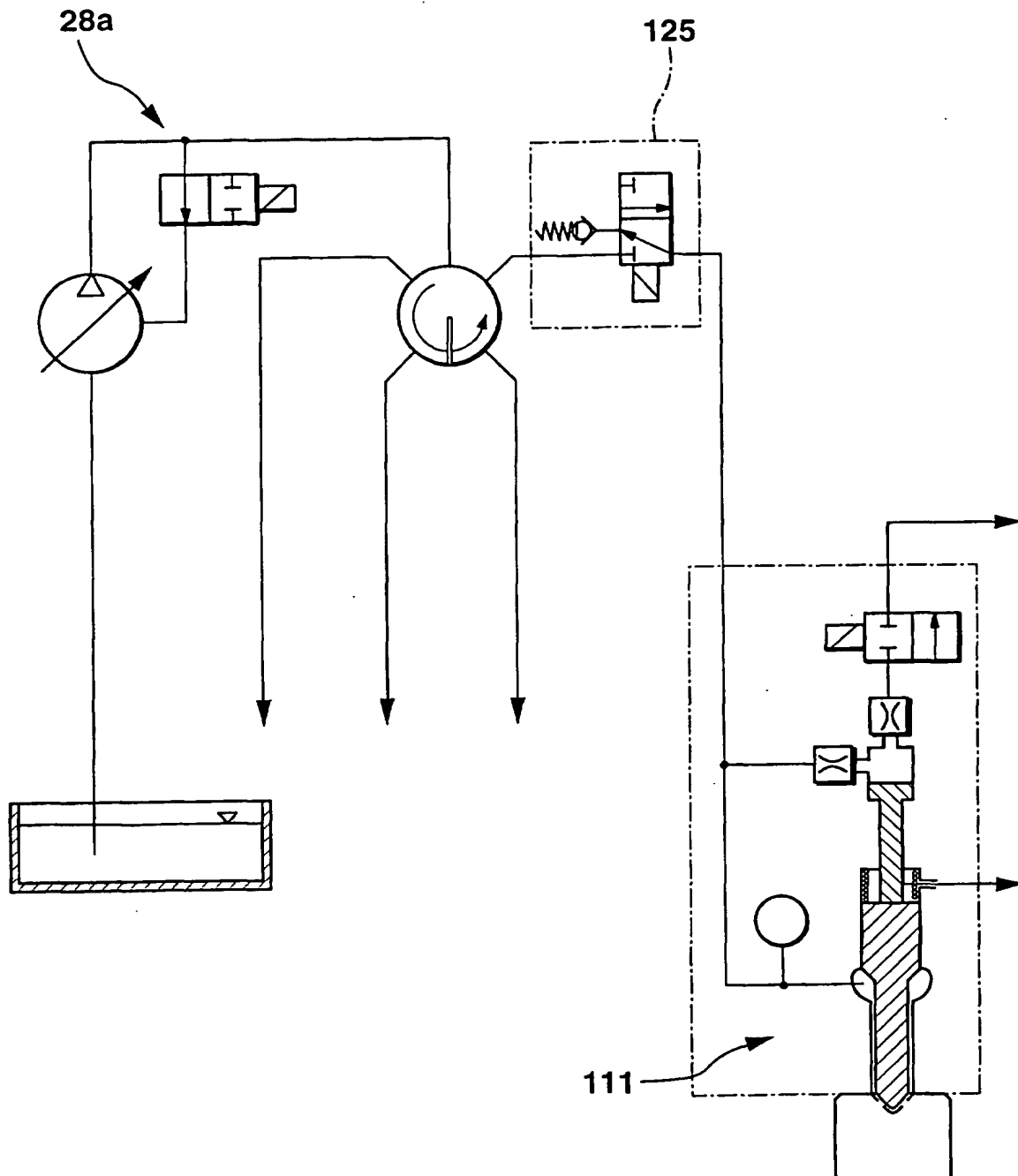


Fig. 11b



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☐ FADED TEXT OR DRAWING

☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.